基于《世界卫生统计 2015》资料全球婴儿死亡率的现状分析

李鸿斌*
（如皋市妇幼保健计划生育服务中心　江苏如皋 226500）

摘要：
［目的］ 分析全球婴儿死亡率（IMR）现状，探索系统与精准的防控策略。
［方法］ 以《世界卫生统计 2015》提供的 IMR 和主要死因构成比为基础，采用 1990～2013 年 IMR 下降幅度评估千年目标完成情况，通过对 2000 年与 2013 年阶段性比较分析 IMR 变化规律，采用双变量 Pearson 相关分析判断 IMR 与“感染非感染性疾病比值”、人均 GDP 的相关性。
［结果］ 截止 2013 年，在 194 个世界卫生组织会员国中，40 个（20.62%）国家实现了 IMR 千年发展目标。2000 年与 2013 年比较，六大洲、低和高死亡率组 IMR 差异有统计学意义（P＜0.05），中等死亡率组差异无统计学意义(P＞0.05)；中、低死亡率组“感染非感染性疾病比值”差异无统计学意义(P＞0.05)，高死亡率组差异有统计学意义（P＜0.05）。低与中、中与高死亡率组“感染非感染性疾病比值”、IMR 及平均下降量比较差异有统计学意义（P＜0.05）。全球 IMR 地区性差异明显，非洲 IMR 均值最高，欧洲最小，大洋洲、南美洲、北美洲居中，亚洲渐趋居中水平。2000 年全球 IMR 比重为 68.87%，2013 年为 73.74%，各国 IMR 比重与 U5MR 呈高度负相关关系（$r_{2000年}$=-0.893，$r_{2013年}$=-0.809，P＜0.05）。各国 IMR 与“感染非感染性疾病比值”呈高度正相关关系（$r_{2000年}$=0.913，$r_{2013年}$=0.901，P＜0.05），与人均 GDP 呈低度负相关关系（$r_{2000年}$=-0.488，$r_{2013年}$=-0.467，P＜0.05）。
［结论］ 降低全球 IMR 任重而道远。防控重点应放在非洲和亚洲。建议实施系统与精准防控策略。
关键词：婴儿死亡率；世界卫生统计；感染性疾病；人均 GDP
分类号：R172

Analysis of global infant mortality rate based on “World Health Staistics 2015”

LI Hongbin
（Maternal and Child Health Care Family Planning Service Center of Rugao, Jiangsu Rugao, 226500, China）

Abstract:
[Objective] To analyze the present situation of the global infant mortality rate, exploration system and precision control strategy.
[Methods] Based on the IMR and the proportion of main causes of death in the "World Health Statistics 2015", the Millennium Development Goals of the decline of IMR from 1990 to 2013 was assessed, the IMR was analyzed by comparison between 2000 and 2013. Bivariate Pearson correlation analysis was used to determine the correlation between mortality and the ratio of infection to non infectious diseases and GDP per person in IMR.
[Results] By 2013, in 194 WHO member states, the IMR in 40 (20.62%) countries achieved the

* 通讯作者: 李鸿斌, Email: 2249903906@qq.com

millennium development goals. Comparison between 2000 and 2013, there was significant difference between low and high mortality groups in six continents ($P < 0.05$), there was no significant difference between the moderate death groups ($P > 0.05$), there was no significant difference in the ratio of infection to non infectious diseases between the middle and low mortality groups ($P > 0.05$), however there was significant difference between the high mortality groups ($P < 0.05$). There was significant difference in the average decline of IMR and the ratio of non infectious diseases between low and medium, middle and high mortality groups ($P < 0.05$). The Global IMR had significant regional differences, the highest IMR was in Africa, the lowest IMR was in Europe, the medium IMR was in North America, Oceania, South America, Asia was becoming the middle level. IMR proportion was 68.87% in 2000, it was 73.74% in 2013, The IMR proportion was highly correlated with U5MR in every country （$r_{2000年}=-0.893$，$r_{2013年}=-0.809$，$P < 0.05$）. The IMR was highly correlated with the ratio of infection to non-infectious diseases in every country （$r_{2000年}=0.913$，$r_{2013年}=0.901$，$P < 0.05$）, and it was low negatively correlated with GDP per capita （$r_{2000年}=0.488$，$r_{2013年}=0.467$，$P < 0.05$）.

[Conclusions] There is a long way to reduce global child mortality. Prevention and control should focus on Africa and Asia. System and precision control is the future strategy.

Key words：infant mortality rate; World health statistics; Infectious diseases; GDP per capita

1 引言

在新世纪之交，全球各国领导人做出了划时代的承诺，通过了《联合国千年宣言》，确定了到 2015 年要实现的 8 个千年发展目标，其中第 4 个目标为 1990 年到 2015 年间将儿童死亡率降低三分之二。有研究预测[1]只有 27 个发展中国家有望实现千年发展目标，实际上截止 2013 年，在 WHO194 个会员国中，仅 46 个（23.71%）国家实现了 5 岁以下儿童死亡率（U5MR）千年发展目标[2]，世界卫生组织 2015 年 5 月第 290 号实况报道[3]也认为到 2015 年全世界很可能无法实现该目标。有研究认为加大卫生投入是进一步降低全球儿童死亡率的重要途径[2]，为今后落实防控措施提出了参考建议，中国的实践表明加大卫生投入促进了婴儿死亡率（IMR）的下降[4]，但坦桑尼亚[5]却没有影响到 IMR，原因何在？值得关注。2013 年中国 IMR 占 U5MR 的 79.17%[6]，其中城市占 86.67%、农村占 77.93%，IMR 在 U5MR 中占有较大的比重，研究 IMR 的变化规律对于降低 U5MR 有一定的现实意义，那么，现阶段全球 IMR 现状如何？同样是值得关注的问题。

2 文献综述

众多研究表明人均国民生产总值、国内生产总值[7-10]是全球大多国家或地区 IMR 的重要影响因素，国家公共卫生支出占国内生产总值的百分比[9]、人均公共卫生支出[10]、政府卫生支出[4、11]与 IMR 负相关。中国人均政府卫生支出增长速度快于人均 GDP 增长速度时，IMR 出现快速下降现象[4]；巴西[12]中央政府提供融资责任，实施了有条件的现金转移计划[13]，为贫困家庭孩子提供健康和教育上的投资；哥伦比亚[14]实施财政分权，下放医疗卫生支出，改进了医疗保险制度；乌干达[15]实施了权力下放路径，提供公共产品如医疗服务，众多证据均表明加大卫生投入有助于降低 IMR。

政府应向哪些方面加大卫生投入呢？马拉维[16]实现了 IMR 千年发展目标，婴儿免疫接种是重要的经验，中美洲百、白、破疫苗覆盖地区儿童死亡率下降速度明显快于全球同期水平[17]。跨国研究[18]显示每千人医生数与 IMR 呈强烈负相关

系。1991 年日本婴儿全世界最低，原因是普及母子健康手册和全民医疗保险，建立有效的公共健康教育和优秀的医疗保健社会支持系统[19]。阿根廷没有能完成千年发展目标任务[20]，主要是新生儿期死亡率下降幅度不达标；巴西[21]实现了千年发展目标，与新生儿加护病房、挽救或延长新生儿生命资源使用方面的技术进步有关；中国推广应用新生儿复苏技术有效地降低新生儿窒息发生率和死亡率[22]。卫生投入包括落实各种干预措施特别是新生儿期保健措施、卫生人才培养、卫生设施投入、健康教育等多个方面。

全球 73 个武装冲突的国家 IMR 与执行和平协议、更高层的民主相关联[8]。伊拉克战争期间 IMR 迅速回升，战争结束后迅速下降[23]。苏联时期医疗保健几乎是免费的，解体后无法支付医疗保健费用，医疗质量大幅下降，吉尔吉斯斯坦[24]IMR 呈现突然停止现象。新中国成立后，IMR 大幅下降[25]是由于加大政策扶持力度的缘故。众多证据表明政治动荡、社会不稳定不利于 IMR 的下降。

埃塞俄比亚家庭财富越大儿童死亡率越低[26]，19 个经济合作与发展组织国家发放家庭现金津贴可减少 IMR[27]，在美国贫困率和 IMR 之间存在强烈的正相关[28]，缩小贫富差距、消除贫穷有利于降低 IMR。新世纪初十年全球食品价格上涨对发展中国家营养状况造成重要的不利影响，导致发展中国家特别是最不发达国家婴儿和儿童的死亡率增长[29]，粮食和营养是儿童生存的基本条件。

美国国家卫生统计中心报告[30]2013 年美国 IMR 下降了，但种族和民族差异仍继续存在，美国黑人妇女 IMR 是白人妇女的两倍[31]。成人识字率[7]、识字母亲[32]与 IMR 相关。尼日利亚[32]男婴、印度[33]女婴死亡率高，与不良习俗和性别歧视有关。全球 U5MR 存在着明显的地区差异[2]，日本 1978 前地区性差异明显，在健康和医疗服务得到有效改善后，区域差异消除[34]。种族平等、教育平等、性别平等、地区平等是社会进步的体现，享有均等化的权利将有利于婴儿生命健康。

调查表明母亲吸烟和使用固体燃料婴儿死亡风险高出 71%[35]。研究显示空气中 CO 浓度增加 1/10 亿超过一个周会导致 IMR 增加 0.0032‰，PM10 增加 1μg/m^{3}会导致 IMR 增加 0.24‰[36]。地表水质量恶化[37]IMR 先增大后减小，中等程度的污染是最危险的。在全球经济发展的新时期，保护环境，减少污染，有助于维护生命健康权益。

总之，IMR 影响因素是一个涉及政治、经济、卫生、教育、环境、农业、家庭、习俗等社会领域多方面的复杂系统，影响因素众多、交错、复杂，在不同的国家或地区有其特殊性。从已有的资料看，研究 IMR 影响因素的文献很多，研究 IMR 现状规律的文献很少。为此，我们以《世界卫生统计 2015》[38]提供的 194 个世界卫生组织会员国 IMR 及主要死因构成比等数据资料为基础，评估各国 IMR 千年发展目标完成情况，分析 IMR 现状，结合 data.un.org 提供的各国人均 GDP[39]，判断经济增长与 IMR 相关性，在文献回顾基础上，重新审视 IMR 影响因素，进一步探索防控策略，为有关国家或部门决策提供参考依据。

3 资料与方法

3.1 资料来源

世界卫生组织 194 个会员国 1990 年、2000 年、2013 年 IMR、U5MR 及 2000 年 、2013 年主要死因构成比等数据来源于《世界卫生统计 2015》[38]，从世界卫生组织网站下载，下载时间 2015 年 12 月 20 日。六大洲 U5MR 均值来源于文献资料[2]。194 个国家 2000 年、2013 年人均 GDP 来源于 data.un.org[39]，检索时间 2016 年 1 月 15 日。

3.2 方法

（1）千年发展目标评估方法

采用下降幅度评估 IMR 千年发展目标完成情况， IMR 下降幅度（%）=（2013 年 IMR-1990 年 IMR）÷1990 年 IMR×100%，若下降幅度≥2/3（66.67%），则表示完成了 IMR 千年发展目标任务。

（2）感染非感染疾病比值

本文所指的感染性疾病为《世界卫生统计 2015》报告的艾滋病、腹泻、麻疹、疟疾、肺炎、新生儿脓毒症等主要死因，非感染性疾病为早产、出生窒息、先天性异常、意外伤害等主要死因，其他疾病不列入统计。假设某国家某年活产数为 X，婴儿死亡数为 Y，感染性疾病死亡数为 M，非感染疾病死亡例数为 N，感染性疾病死亡率=（M÷X）×1000‰，感染性疾病构成比=（M÷Y）×100%，非感染性疾病死亡率=（N÷X）×1000‰，非感染性疾病构成比=（N÷Y）×100%，感染性疾病构成比÷非感染性疾病构成比=感染性疾病例数÷非感染性疾病例数=感染性疾病死亡率÷非感染性疾病死亡率，本文简称为“感染非感染性疾病比值”，比较该比值大小及阶段性变化简单判断婴儿死因变化。

（3）地区划分

根据全球地理位置按六大洲进行地区划分，其中非洲 54、亚洲 46、大洋洲 15、北美洲 24、南美洲 12、欧洲 43 个国家或地区。

（4）IMR 分组

参照联合国统计司“千年发展目标 2014 年进度表”[40]、联合国儿童基金会和世界卫生组织等联合发布的“儿童死亡率水平和趋势（2014 年报告）”[41]及全球 U5MR 现状分析的死亡率分组[2]，对 IMR 进行分组，高死亡率指 IMR＞40‰，低死亡率指 IMR≤10‰，在两者之间的确定为中等死亡率组，40‰≥IMR＞10‰。

（5）统计分析

2000～2013 年 IMR 平均增长量（‰）=（2013 年 IMR-2000 年 IMR）÷13，反映 2000～2013 年间 IMR 平均每年增长的数量，结果为负值则为平均下降量 。IMR 比重本文是指 IMR 占 U5MR 的百分比，IMR 比重=当年度 IMR÷当年度 U5MR×100%，全球 IMR 比重=全球 IMR 均值÷全球 U5MR 均值×100%。由于《世界卫生统计 2015》缺乏 1990 年死亡病因分类及构成比，选择资料齐全的 2000 年和 2013 年进行对照比较，采用配对样本均值的 t 检验；低与中、中与高死亡率组及六大洲间比较采用独立样本均值的 t 检验，先进行方差齐性检验，若方差不齐则采用校正 t 检验。“感染非感染性疾病比值”与 IMR 相关性、IMR 比重与 U5MR 相关性、人均 GDP 与 IMR 相关性采用双变量 Pearson 相关分析。统计数据的处理在 SPSS17.0 统计软件上进行。$P<0.05$ 有统计学意义。在相关分析判断时若无统计学意义则判断为无相关关系，若有统计学意义再按|r|大小判断相关性程度，|r|≥0.95 存在显著性相关；0.95＞|r|≥0.8 高度相关；0.8＞|r|≥0.5 中度相关；0.5＞|r|≥0.3 低度相关；|r|＜0.3 关系极弱，认为不相关。

4 结果

4.1 千年发展目标完成情况

以 1990 年 IMR 为基数，截止 2013 年，40 个国家实现了 IMR 千年发展目标，占 WHO 会员国总数的 20.62%，其中，欧洲 18、亚洲 14、非洲 4、南美洲 2、北美洲 2 个国家，IMR 下降幅度由大到小排列前 10 个国家依次为马尔代夫（87.61%）、爱沙尼亚（83.64%）、马其顿（82.42%）、卢森堡（78.08%）、捷克共和国（77.34%）、秘鲁（77.17%）、巴西（76.07%）、塞尔维亚（75.83%）、中国（74.17%）、斯洛文尼亚（73.86%）。154 个国家未能实现 IMR 千年发展目标，占 79.38%，其中，非洲 50、亚洲 32、欧洲 25、北美洲 22、大洋洲 15、南美洲 10 个国家，IMR 下降幅度由大到小排列后 10 个国家依次为纽埃（-73.95%）、津巴布韦（-9.13%）、莱索托（-5.04%）、斯威士兰（-0.90%）、博次瓦纳（6.68%）、文

莱（10.64%）、毛里塔尼亚（13.75%）、塞舌尔（14.08%）、圣文森特和格林纳（16.10%）、中非共和国（16.65%）。

4.2 2000年与2013年横向比较

各国IMR除塞舌尔、文莱、纽埃外，其余191个国家均呈不同程度的下降现象，占WHO会员国总数的98.45%。按地区分类全球六大洲2000年与2013年IMR阶段性比较差异均有统计学意义。结果见表1。

2000年与2013年横向比较，低、高死亡率组IMR差异有统计学意义，但中等死亡率组比较差异无统计学意义；低、中死亡率组“感染非感染性疾病比值”比较差异无统计学意义，高死亡率组比较差异有统计学意义。结果见表2。

表1　六大洲2000年与2013年IMR阶段性比较（‰）

地区	2000年	2013年	t值	P值
欧洲	9.01±6.12	5.04 ±3.68	7.902	0.000
北美洲	21.43±14.44	15.06±10.10	6.170	0.000
南美洲	26.88±12.53	16.69±7.55	5.302	0.000
大洋洲	25.96±16.68	20.75±14.23	5.188	0.000
亚洲	38.24±26.39	22.38±17.11	9.147	0.000
非洲	79.40±30.32	52.53±22.95	12.669	0.000

表2　2000～2013年全球IMR（‰）、“感染非感染疾病比值”阶段性比较

类别	分组	2000年	2013年	F值#	P值	t值&	P值
IMR（‰）	低	5.77±1.89	4.87±2.28	4.179	0.043*	2.223	0.028
	中	22.41±8.18	21.15±9.07	1.263	0.263	0.929	0.354
	高	79.38±23.64	61.47±16.53	9.456	0.003*	4.843	0.000
感染非感染性疾病比值	低	0.12±0.06	0.13±0.07	0.207	0.650	-1.089	0.278
	中	0.49±0.26	0.54 ±0.28	0.456	0.501	-1.059	0.292
	高	2.08±0.79	1.38±0.38	24.696	0.000*	6.217	0.000

注：#：方差分析；*：方差不齐；&：t检验。

4.3 2000年、2013年纵向比较

2000年IMR低与中（F=77.290，P=0.000，t=17.274，P=0.000）、中与高（F=71.133，P=0.000，t=19.291，P=0.000）死亡率组比较差异均有统计学意义，“感染非感染性疾病比值”低与中（F=43.218，P=0.000，t=11.076，P=0.000）、中与高（F=62.903，P=0.000，t=15.609，P=0.000）死亡率组比较差异均有统计学意义；2013年IMR低与中（F=101.241，P=0.000，t=15.716，P=0.000）、中与高（F=16.479，P=0.000，t=15.458，P=0.000）死亡率组比较差异均有统计学意义，“感染非感染性疾病比值”低与中（F=56.665，P =0.000，t=11.466，P =0.000）、中与高（F=7.741，P=0.006，t=12.679，P=0.000）死亡率组比较差异均有统计学意义。

以2000年IMR分组，2000～2013年IMR平均下降量均值低死亡率组为0.16‰±0.09‰、中死亡率组为0.63‰±0.40‰、高死亡率组为2.13‰±1.03‰，低与中（F=34.516，P =0.000，t=10.045，P =0.000）、中与高（F=40.256，P =0.000，t=11.525，P =0.000）死亡率组比较差异均有统计学意义。

4.4 地区性差异

1990年、2000年、2013年IMR高、中、低死亡率组国家数分布呈现地区性差异，低死亡率主要集中在欧洲，高死亡率集中在非洲，随着时间的推移，低死亡率国家逐渐增多，高死亡率国家逐渐减少。结果见表3。

表3 194个国家IMR地区性分布

类别	分组	非洲	亚洲	北美洲	南美洲	大洋洲	欧洲	合计	构成比%
1990年	低	0	5	2	0	3	21	31	15.98
	中	5	14	16	6	7	22	70	36.08
	高	49	27	6	6	5	0	93	47.94
2000年	低	0	7	3	1	3	30	44	22.68
	中	7	20	20	10	9	13	79	40.72
	高	47	19	1	1	3	0	71	36.6
2013年	低	0	14	6	2	4	38	64	32.99
	中	18	24	17	10	9	5	83	42.78
	高	36	8	1	0	2	0	47	24.23

表4 六大洲IMR比较（‰）

时间	地区	$\overline{X}\pm SD$	F值#	P值	t值&	P值
2000年	非洲	79.40±30.32				
	亚洲	38.24±26.39	0.586	0.446	7.178	0.000
	大洋洲	25.96±16.68	5.514	0.022*	2.115	0.041
	南美洲	26.88±12.53	1.814	0.190	0.158	0.876
	北美洲	21.43±14.44	0.037	0.849	1.113	0.274
	欧洲	5.79±3.57	17.568	0.000*	4.662	0.001
2013年	非洲	52.53±22.95				
	亚洲	22.38±17.11	2.774	0.099	7.338	0.000
	大洋洲	20.75±14.23	0.689	0.410	0.334	0.739
	南美洲	16.69±7.55	5.196	0.031*	0.949	0.353
	北美洲	15.06±10.10	0.011	0.917	0.494	0.625
	欧洲	5.04±3.68	7.829	0.007*	4.686	0.000

注：#：方差分析；*：方差不齐；&：t检验。均为上一地区与本地区比较的结果。

4.5 IMR比重

2000年IMR比重与2013年比较，无变化国家仅1个，占0.52%，下降国家41个，占21.13%，其中2013年低、中死亡率国家分别为35、7个，上升国家152个，占78.35%，其中2013年低、中、高死亡率国家分别为29、47、47个。

2000年各国IMR比重最低为44.51%、最高为91.24%，全球平均为68.87%（39.49‰/57.34‰），＜80%国家78个，占WHO会员国总数的40.21%，其中低、中、高死亡率国家数分别为5、7、66个，≥80%国家116个，占59.79%，其中低、中、高死亡率国家数分别为39、61、5个。2000年IMR比重与U5MR呈高度负相关关系（r=-0.893，P =0.000）。

2013年各国IMR比重最低为56.62%、最高为92.45%，全球平均为

73.74%（25.55‰/34.65‰），＜80%国家68个，占WHO会员国总数的35.05%，其中低、中、高死亡率国家数分别为10、16、42个，≥80%国家126个，占64.95%，其中低、中、高死亡率国家数分别为54、67、5个。2013年IMR比重与U5MR呈高度负相关关系（r=-0.809，P =0.000）。六大洲IMR比重见表5。

表5　六大洲IMR比重

时间	地区	U5MR均值（‰）	IMR均值（‰）	IMR比重（%）
2000年	非洲	127.57	79.40	62.24
	亚洲	49.20	38.24	77.72
	大洋洲	32.52	25.96	79.83
	南美洲	32.98	26.88	81.49
	北美洲	26.29	21.43	81.49
	欧洲	10.63	9.01	84.76
2013年	非洲	77.01	52.53	68.21
	亚洲	27.34	22.38	81.88
	大洋洲	25.47	20.75	81.46
	南美洲	19.81	16.69	84.26
	北美洲	17.91	15.06	84.08
	欧洲	5.95	5.04	84.74

4.6 IMR与"感染非感染性疾病比值"相关性

2000年（r=0.913，P =0.000）、2013年（r=0.901，P =0.000）IMR与"感染非感染性疾病比值"均呈高度正相关关系，不同死亡率分组的相关性见表6。

表6　IMR与"感染非感染性疾病比值"相关性

类别	分组（‰）	相关系数	P
2000IMR	0-5	-0.118	0.675
	5-10	0.443	0.023
	低	0.532	0.000
	中	0.757	0.000
	高	0.696	0.000
2013IMR	0-5	0.139	0.434
	5-10	0.523	0.009
	低	0.373	0.004
	中	0.752	0.000
	高	0.651	0.000

4.7 IMR与人均GDP相关性

2000年（r=-0.488，P =0.000）、2013年（r=-0.467，P =0.000）194个国家人均GDP与IMR均呈低度负相关关系。六大洲各国人均GDP与IMR相关性见表7。

表 7 六大洲各国人均 GDP 与 IMR 相关分析

地区	时间	相关系数	P
欧洲	2000	-0.608	0.000
	2013	-0.471	0.001
北美洲	2000	-0.484	0.017
	2013	-0.444	0.030
南美洲	2000	-0.673	0.016
	2013	-0.825	0.001
大洋洲	2000	-0.736	0.003
	2013	-0.682	0.007
亚洲	2000	-0.586	0.000
	2013	-0.521	0.000
非洲	2000	-0.309	0.024
	2013	-0.322	0.018

5 讨论

5.1 全球 IMR 现状分析的意义

IMR 是衡量一个国家或地区经济、政治、卫生、教育水平的重要指标，保护和促进儿童健康是各国政府的重要职能。各国 U5MR 总体上呈下降趋势[2]，以 1990 年为基数到 2013 年全球 U5MR 降低了 49%，取得了瞩目的成就[3]，但仍有 76.29%的国家未完成 U5MR 千年发展目标[2]。结果表明，仅 20.62%的国家完成了 IMR 千年发展目标任务，降低全球 IMR 依然任重而道远。无论 2000 年还是 2013 年 IMR 在 U5MR 中均占较大比重，2013 年 IMR 比重除非洲为 68%外其他各洲均在 80%以上，IMR 比重与 U5MR 呈现高度负相关关系，提示随着 U5MR 的下降，IMR 比重将逐渐增多。因此，现阶段有效地降低 IMR 有助于促进全球 U5MR 的下降，研究全球 IMR 的现状规律对于进一步降低 U5MR 有一定的现实意义。

5.2 全球 IMR 现状的基本规律

随着时间的推移， 98.45%的 WHO 会员国 IMR 呈下降现象，六大洲亦明显下降，低 IMR 国家越来越多、高 IMR 国家越趋变少。低和高死亡率组 IMR 明显下降，中等死亡率组 IMR 无明显变化，提示中等死亡率是高死亡率国家 IMR 下降不可逾越的阶段。“感染非感染性疾病比值”高死亡率组明显下降，低、中死亡率组无明显变化，结合 IMR 与“感染非感染性疾病比值”的高度正相关系，高死亡率组感染性疾病死亡率下降幅度大于非感染性疾病死亡率，中、低死亡率组感染性疾病死亡率与非感染性疾病死亡率基本同步下降，提示在不同的死亡率分组，防控工作的侧重点应有所不同。全球高、中、低死亡率分组 IMR 及平均下降量均呈阶梯式下降现象，IMR 下降呈现由快到慢的过程，大致为快速下降、缓慢下降、低水平持续状态[42]，“感染非感染性疾病比值”亦呈阶梯式下降现象，说明在不同的发展阶段死因构成存在着差别，提示在不同的发展阶段应当及时调整防控策略。全球 IMR 存在着明显的地区差异，非洲 IMR 最高，亚洲次之，欧洲最低，大洋洲、南美洲、北美洲位居中等水平，亚洲渐趋中等水平，提示非洲和亚洲是今后防控工作的重点地区。

全球人均 GDP 增长与 IMR 下降呈低度负相关系，非洲地区相关系数最低，相关性很弱，北美洲和 2013 年的欧洲呈低度负相关系，其他地区呈中度负相关系，提示经济增长与 IMR 下降的相关性可能不是一直存在的，可能由某个不相关转变而来，寻找经济增长对 IMR 下降的转折点可能有助于促进政府主动加大卫生投入。在分析全球 U5MR 现状时[2]，提出了不同死亡率分组的防控重点及加

大卫生投入的建议，是不是政府加大了卫生投入力度就能达到防控疾病降低死亡率的目的？坦桑尼亚[5]政府卫生支出增加就没有影响到 IMR，可能是与其经济水平和公共卫生支出水平及公共卫生服务能力低下有关，这一观念可能存在一定的局限性，当导致儿童死亡的疾病为医学科学暂时无法解决的疾病时，IMR 将处于低水平持续状态时[42]，尽管现阶段卫生投入与 IMR 呈负相关系[4]，但未来也会向不相关转折，从发展趋势看并不是卫生投入越多越好，更为重要的是卫生投入力度应与利用效率相适应，如果卫生投入的利用率不高，将不能最大限度发挥降低死亡率的效能。因此，针对降低 IMR，不能仅局限于《世界卫生统计 2015》提供的有限数据，应当全面的、整体的、系统的加以分析，在众多影响因素中致力于寻找关键的驱动因素。

总体上，IMR 的现状规律与同期 U5MR 的现状规律基本相似[2]，主要原因是 IMR 在 U5MR 中的比重较大，1－4 岁儿童死亡率对 U5MR 的影响较小，随着时间的推移，这种影响将更趋缩小，IMR 将主导 U5MR 的基本规律，防控 IMR 显得尤为重要和迫切。

5.3 降低 IMR 的系统与精准防控策略

（1）系统防控策略

鉴于全球经济社会发展的不平衡性，IMR 系统的复杂性，以及全球 IMR 的地区性差异，面对未能实现儿童死亡率（U5MR、IMR）千年发展目标的现实，各国政府应当积极谋划降低 IMR 的系统防控策略。着力构建全球化新秩序，维护世界和平，大力发展繁荣可持续经济，建立公正平等的社会制度，有效控制人口增长，切实保护生态环境，加强农业生产，保障粮食供给，不断提高家庭收入，普及义务教育，移风易俗，促进健康行为，政府高度重视，加大卫生投入，加快人才培养，构建降低 IMR 的三级预防机制，把经济发展的成果进一步惠及儿童生命健康。

（2）精准防控策略

人类基因组计划促进了从基因组生物学到精准医学的发展[43]，美国实施了精准医学计划，中国列为国家“十三五”健康保障发展问题研究重大专项之一[44]，精准医学主要是由两项重要技术——DNA 测序和基因组技术来驱动的[45]，在医学科学新思想的指导下，推广应用新技术，对于防控 IMR 可能将会产生事半功倍的效果。婴儿死亡的非感染性疾病主要包括早产、出生窒息、先天畸形等[38]，早产儿和出生窒息患儿是否存在易感遗传信息？先天畸形患儿存在哪些遗传信息的变异？感染性疾病患儿是否因遗传信息的变化增加了感染的易感性？精准医学可以对这些问题进行检测与风险评估。如何在降低 IMR 行动中实施精准防控策略？首先要启动活产儿基因组计划，并建立共享数据库，其次要分析婴儿死亡的遗传因素，评估驱动婴儿死亡的高风险遗传信息，第三要制订干预标准与配套保障措施，组织开展婚前、孕前、产前诊断与干预及新生儿疾病筛查与干预。

（3）系统防控与精准防控的异同

一是对象不同，系统防控针对 IMR 系统的外因，精准防控针对系统的内因；二是方法不同，系统防控以制订并实施扶持政策为主，精准防控以应用科学新技术为主；三是范围不同，系统防控在宏观世界范围内，精准防控在微观世界范围内；四是实施主体不同，系统防控旨在建立政府多部门协作机制，各司其职、各负其责，精准防控则以卫生专业技术人员为主体。但二者目标高度一致，且精准防控需要通过系统防控发挥作用，精准防控需要大量的资金和政策支撑这需要系统防控的大力扶持。

6 结论

在 WHO194 个会员国中，40 个（20.62%）国家实现了 IMR 千年发展目标，154 个（79.38%）国家未能实现 IMR 千年发展目标，降低全球 IMR 任重而道远。

全球 IMR 总体上呈下降现象，六大洲 IMR 明显下降，低 IMR 国家越来越多，高 IMR 国家渐趋减少。全球 IMR 下降呈现高、中、低阶梯式下降规律，在不同死亡率组防控工作的重点不同。

全球 IMR 呈现明显的地区差异，非洲最高，亚洲次之，大洋洲、南美洲、北美洲居中等水平，亚洲渐趋中等水平，非洲和亚洲是今后的防控重点地区。

随着 U5MR 的下降，IMR 在 U5MR 中占比渐趋增高，积极防控 IMR 对降低全球 U5MR 有现实意义。

IMR 影响因素是一个涉及社会多领域的复杂系统，建议实施系统与精准的防控策略。

7 局限性及未来工作

受全球 IMR 资料收集的限制，本研究存在着局限性。本研究在文献综述时提出了 IMR 复杂系统的整体观念，仅进行了相关内容描述，对系统内不同组成成份对 IMR 影响的比重缺乏系统评价，今后要针对不同国家地区的婴儿死亡的关键性驱动因素进行深入研究；本研究展示的全球 IMR 现状仅是复杂系统暂时的、局部的静态表现，今后要创新研究方法，动态的、整体的、系统的研究 IMR。结果表明全球 IMR 呈现阶梯式下降规律，深入研究 IMR 的下降历程可能对于调整防控策略有帮助。结果还表明经济增长对 IMR 下降的负相关关系可能是过去某个时期的不相关转折而来的，在经济增长到什么程度给予多大幅度的卫生投入对降低 IMR 的效能最优目前尚缺乏深入研究，进行国别研究寻找这个转折点可能对加大卫生投入有一定帮助；对今后进一步降低 IMR 提出了系统防控与精准防控的工作思路，但调整防控策略、具体实施相关保障措施存在较大的困难，可能难以取得立竿见影的效果，在政策措施方面今后要致力于研究制订多部门协作机制和资金投入保障机制。

参考文献：

[1] Wang H, Liddell CA, Coates MM, et al. Global，regional, and national levels of neonatal, infant, and under－5 mortality during 1990－2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. Lancet, 2014, 384 (9947) : 957－979.

[2] 李鸿斌．基于《世界卫生统计 2015》资料全球 U5MR 的现状分析[J]．中国循证医学杂志，2017，17（3）：269-275.

[3] World Health Organization. Millennium Development Goals(MDGs)[DB/OL] [2016-10-01], http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs290/zh/.

[4] Hongbin L, Haijuang F, Jie W, et al. Relationships among gross domestic product per capita, government health expenditure per capita and infant mortality rate in China[J]. Biomedical Research 2017; 28 (6): 2859-2864.

[5] Byaro M, Musonda P. Impact of Public Health Expenditure on Infant and Under-five Mortality in Tanzania (1995-2013): An Application of Bayesian Approach[J]. Journal of Economics and Sustainable Development, 2016, 7(12): 178-187.

[6] 赵梓伶，蒋莉华，何琳坤，等. 国内外新生儿死亡率、婴儿死亡率与 5 岁以下儿童死亡率关系研究[J]. 中国妇幼保健，2016，31(13)：2585-2588.

[7] Shimouchi A, Ozasa K, Hayashi K. Immunization coverage and infant mortality rate in developing countries[J]. Asia Pac J Public Health. 1994;7(4):228-232.

[8] Joshi M. Comprehensive peace agreement implementation and reduction in neonatal, infant and under-5 mortality rates in post-armed conflict states, 1989–2012[J]. BMC Int Health Hum Rights, 2015, 15（27）:1-10.

[9] OSAWE, Wellington O, Osawe OW. Determinant of Infant Mortality Rate: A Panel Data Analysis of African Countries[J]. Developing Country Studies, 2014, 4（18）: 111-115.

[10] Rezaei S, Jamshidi K, Moradi K. Impact of Socioeconomic and Health System Factors on Infant Mortality in OPEC: Evidence from 2004 to 2013[J]. Int J Pediatr, 2015, 3（2.2）: 493-499.

[11] Rajagopal A. The Relationship between Infant Mortality Rate and Health Expenditure in India: A Bayesian Approach[J]. Social Science Electronic Publishing, 2016.

[12] Rocha F, Orellano VF, Nishijima M. Health spending autonomy and infant mortality rates: A matter of local

administrative capacity? [J]. Journal of Developing Areas, 2016, 50(2):293-309.
[13] Amie S. Brazil's conditional cash transfer program associated with declines in infant mortality rates[J]. Health Affairs, 2013, 32(7):1274-1281.
[14] VE, Farfan MI, Lorant V. Fiscal decentralisation and infant mortality rate: the Colombian case[J]. Soc Sci Med, 2012, 74(9):1426-1434.
[15] Niringiye A. Infant mortality rates and decentralisation in Uganda[J]. Australas Med J, 2015, 8（2）:47-51.
[16] Moise IK, Kalipeni E, Jusrut P, et al. Assessing the reduction in infant mortality rates in Malawi over the 1990-2010 decades[J]. Global Public Health, 2016, 10: 1-23.
[17] Lozano R, Gómez-Dantés H, Castro MV, et al. Progress on the Millenium Development Goals 4 and 5 in Mesoamerica[J]. Salud Publica Mex, 2011, 53（3）:295-302.
[18] Farahani M, Subramanian S V, Canning D. The effect of changes in health sector resources on infant mortality in the short-run and the long-run: a longitudinal econometric analysis[J]. Soc Sci Med, 2009, 68(11):1918-1925.
[19] Leppert PC. An analysis of the reasons for Japan's low infant mortality rate[J]. J Nurse Midwifery, 1993, 38(6):353-357.
[20] Finkelstein JZ, Duhau M, Speranza A. Trend in infant mortality rate in Argentina within the framework of the Millennium Development Goals[J]. Arch Argent Pediatr, 2016, 114(3):216-222.
[21] Rodrigues NC, Monteiro DL, Almeida AS, et al. Temporal and spatial evolution of maternal and neonatal mortality rates in Brazil, 1997–2012[J]. J Pediatria, 2016, 92（6）: 567–573.
[22] 李鸿斌，冯海娟，陈继华，等. 复苏技术降低新生儿窒息发生率和死亡率的系统评价[J]. 中国循证医学杂志，2016，16（12）：1454-1464.
[23] Aljumaily HF, Al-Ani MM, Hantush MM. Infant mortality rate in Al-Ramadi province from 2000 through 2010, retrospective study[J]. Health, 2013, 5（2）: 292-297.
[24] Guillot M, Lim SJ, Torgasheva L, et al. Infant mortality in Kyrgyzstan before and after the break-up of the Soviet Union[J]. Popul Stud, 2013, 67(3):335-352.
[25] 李鸿斌，顾建明，丁燕，等. 改革开放以来我国妇幼卫生政策回顾与分析[J]. 中国卫生政策研究，2011，4(10)：48-54.
[26] Ayele DG, Zewotir TT, Mwambi HG. Structured additive regression models with spatial correlation to estimate under-five mortality risk factors in Ethiopia[J]. Bmc Public Health, 2015, 15(1):1-12.
[27] Shim J. Social Welfare Expenditures and Infant Mortality[J]. Soc Work Public Health, 2015, 30（7）: 567-577
[28] Sommers PM. An analysis of infant mortality rates in the U.S[J]. Atlantic Economic Journal, 2004, 32(4):357.
[29] Lee HH, Lee SA, Lim JY, et al. Effects of food price inflation on infant and child mortality in developing countries[J]. Eur J Health Econ, 2016, 17(5): 535-551.
[30] Krisberg K. Infant mortality rates decline overall, but racial, ethnic gaps still remain[J]. Nation's Health, 2015, 45(8):27.
[31] Gabrielle Schramm. The Effects Race and Socioeconomic Status Have on Infant Mortality Rates[DB/OL][20170222]. http://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/274/.
[32] Wegbom AI, Wokoma DSA , Nnoka LC, et al. What Explains The High Rate of Infant Mortality in Rural Nigeria: Biodemographic or Socioeconomic Factors?[J]. IJHSR, 2016; 6(8): 317-323.
[33] Robitaille MC, Chatterjee I. Sex-selective Abortions and Infant Mortality in India: The Role of Parents' Stated Son Preference[J]. Social Science Electronic Publishing, 2013:1-10.
[34] Laskar MS, Harada N. Trends and regional variations in infant mortality rates in Japan, 1973-1998[J]. Public Health, 2005, 119(7):659–663.
[35] Akinyemi JO, Adedini SA, Wandera SO, et al. Independent and combined effects of maternal smoking and solid fuel on infant and child mortality in sub‐Saharan Africa[J]. Trop Med Int Health, 2016 , 21(12):1572-1582.
[36] Arceo E, Hanna R, Oliva P. Does the Effect of Pollution on Infant Mortality Differ Between Developing and Developed Countries? Evidence from Mexico City[J]. The Economic Journal, 2016, 126(591): 257–280.
[37] G He， JM Perloff. Surface Water Quality and Infant Mortality in China[J]. Economic Development and Cultural Change, 2016, 65 (1): 119-139.
[38] World Health Organization. World Health Statistics 2015[DB/OL][2015-12-20], http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/en/.
[39] UN data. Per capita GDP at current prices - US dollars[DB/OL][2016-01-15], http://data.un.org/Data.aspx?q=GDP+PER+CAPITA&d=SNAAMA&f=grID%3a101%3bcurrID%3aUSD%3bpcFlag%3a1.
[40] United Nations Statistics Division. Millennium Development Goals Indicators[DB/OL][2016-10-10], http://millenniumindicators.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2014/Progress_C.pdf.
[41] United Nations Children's Fund, World Health Organization, The World Bank, et al. Levels and Trends in Child Mortality 2014[DB/OL][2016-10-10], https://www.unicef.org/media/files/Levels_and_Trends_in_Child_Mortality_2014.pdf.
[42] 李鸿斌. 中国婴儿死亡率发展趋势研究——动态数列分析法的应用[J]. 中国人口科学，2013，33(6)：39-49.
[43] 于军. "人类基因组计划"回顾与展望:从基因组生物学到精准医学[J]. 自然杂志，2015，35（5）：326-331.
[44] 章翔, 毛星刚, 章薇. 大数据时代的精准医学[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2016, 15(2):97-100.
[45] Baltimore D, Berg P, Botchan M, et al. Biotechnology. A prudent path forward for genomic engineering and germline gene modification[J]. Science, 2015, 348(6230):36-38.